

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2004 年 2 月 12 日 (12.02.2004)

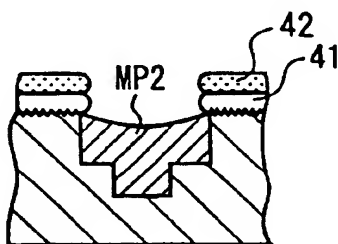
PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2004/013368 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: C23C 4/02 (72) 発明者; および  
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 大原 稔  
(OHARA, Minoru) [JP/JP]; 〒676-8686 兵庫県 高砂市  
荒井町新浜二丁目 1 番 1 号 三菱重工業株式会社 高  
砂製作所内 Hyogo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/001078
- (22) 国際出願日: 2003 年 2 月 3 日 (03.02.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語 (74) 代理人: 佐野 静夫 (SANO, Shizuo); 〒540-0032 大阪府  
大阪市 中央区天満橋京町2-6 天満橋八千代ビル別館  
Osaka (JP).
- (26) 国際公開の言語: 日本語 (81) 指定国 (国内): CN, DE, JP, US.
- (30) 優先権データ:  
特願2002-225863 2002 年 8 月 2 日 (02.08.2002) JP 添付公開書類:  
— 国際調査報告書
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱重  
工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES,  
LTD.) [JP/JP]; 〒100-8315 東京都 千代田区 丸の内二  
丁目 5 番 1 号 Tokyo (JP). 2 文字コード及び他の略語については、定期発行される  
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語  
のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: METHOD FOR FORMING HEAT SHIELDING FILM, MASKING PIN AND TAIL PIPE OF COMBUSTOR

(54) 発明の名称: 遮熱皮膜施工方法、マスキングピン及び燃焼器尾筒



(57) Abstract: A method for forming a heat shielding film on the surface of a member having a cooling hole formed in the surface by thermal spraying, characterized in that the heat shielding film is formed by thermal spraying after a masking pin, not projecting from the surface of the member, is inserted into the cooling hole, or a masking pin projecting from the surface of the member is inserted such that the projecting dimension is not larger than the thickness of the heat shielding film after the masking pin is thermally shrunk by heat at spraying, whereby a heat shielding film can be formed on the entire surface without closing the cooling hole.

(57) 要約:

本発明は、表面に冷却穴が形成された部材の表面に対して、溶射により遮熱皮膜を形成する遮熱皮膜施工方法であって、前記冷却穴に、前記部材の表面から突出することのないマスキングピンを挿入した後、溶射による遮熱皮膜を形成する。あるいは、前記部材の表面から突出するマスキングピンを挿入し、溶射時の熱によるマスキングピンの収縮後に、その突出の寸法が遮熱皮膜の膜厚分以下となるようにしたことを特徴とする。これにより、冷却穴を閉塞することなく表面全面に遮熱皮膜を形成することができる。

## 明細書

## 遮熱皮膜施工方法、マスキングピン及び燃焼器尾筒

技術分野

本発明は、遮熱皮膜施工方法、マスキングピン及び燃焼器尾筒に関するものであり、冷却穴を閉塞することなく遮熱が必要とされる面の全面に対して遮熱皮膜を施すことができると共に、遮熱皮膜作業が容易にできるように工夫したものである。

背景技術

図 3 はガスタービンのうち燃焼器 100 を配置した部分を示す。燃焼器 100 は、燃料ノズル 101 と燃焼器内筒 102 と燃焼器尾筒 103 とで構成されている。燃料ノズル 101 には、燃料 F と、圧縮機 104 から吐出された圧縮空気 P A が供給され、燃料 F と圧縮空気 P A とを混合した予混合気体が、燃料ノズル 101 から燃焼器内筒 102 内に噴出され、この予混合気体が燃焼して高温・高圧の燃焼ガス C G が発生する。燃焼ガス C G は、燃焼器尾筒 103 にてガイドされ静翼 105 により流速・流れ方向が制御されてから、動翼 106 に作用して動翼 106 を回転させる。また、圧縮空気 P A の一部は、バイパス弁 107 を通って空気量が調整されて燃焼器尾筒 103 内に供給される。なお、108 は車室である。

燃焼器尾筒 103 は、燃焼ガス C G を翼に導く筒体であり、その入口側（燃焼器内筒 102 側）は円形であるが、出口側（静翼 105 側）では矩形になっている。この燃焼器尾筒 103 を冷却するため、燃焼器尾筒 103 には空冷構造が採用されている。ここで、燃焼器尾筒 103 に採用している空冷構造を、燃焼器尾筒 103 の一部を切り取って表した図 4、図 4 を A 方向から見た断面図である図 5、図 3 を B 方向から見た断面図である図 6 を参照して説明する。

図 4 ～図 6 に示すように、燃焼器尾筒 103 を形成する壁面は、空気流溝 1 が形成された外側板 2 と、内側板 3 とを接合した二重壁構造体になっている。つま

り、燃焼器尾筒 103 の外周側壁面が外側板 2 となり、内周側壁面が内側板 3 となり、燃焼器尾筒 103 の壁面内部には、燃焼ガス CG の流れ方向に伸びる複数本の空気流溝 1 が形成されている。更に、外側板 2 には、空気流溝 1 に連通する空気吸込穴 4 が形成され、内側板 3 には空気流溝 1 に連通する空気吐出穴 5 が形成されている。穴 4, 5 の直径は、空気流溝 1 の溝幅よりも大きくなっている。しかも、空気吸込穴 4 と空気吐出穴 5 の位置がずれつつ、空気吸込穴 4 と空気吐出穴 5 は千鳥状または碁盤の目状に分散して多数形成されている。

このため圧縮機 104 (図 3 参照) から吐出した圧縮空気 PA が冷却空気となり、この冷却空気が、空気吸込穴 4 から空気流溝 1 内に入って空気流溝 1 内を流通して燃焼器尾筒 103 の壁面を空気冷却する。この冷却空気は、空気吐出穴 5 から排出されて、燃焼器尾筒 103 の内部空間内に排出される。

このように、燃焼器尾筒 103 の内周面には、多数 (例えば約 600 ~ 800 個) の空気吐出穴 (冷却穴) 5 が形成されている。このような燃焼器尾筒 103 の内周面には、遮熱皮膜 (TBC : thermal barrier coating) が施される。この遮熱皮膜 (TBC) を施す際には、空気吐出穴 5 が皮膜により閉塞されることを防止するため、空気吐出穴 5 をマスキングする必要がある。

燃焼器尾筒 103 の内周面に遮熱皮膜を施す手順は次の通りである。

(i) まず、尾筒内周面の空気吐出穴 (冷却穴) 5 をマスキング材によりマスキングする。なお、現状のマスキング手法は後述する。

(ii) 次に、尾筒内周面をブラスト処理して尾筒内周面を粗面化する。

(iii) 粗面化した尾筒内周面に、下地金属層 (アンダーコート) を溶射により形成する。

(iv) 下地金属層の上に、ジルコニアを主成分とするセラミックス材料を溶射して遮熱層 (トップコート) を形成する。

(v) マスキング材を取り外す。

従来のマスキング手法の一例では、燃焼器尾筒 103 の内周面を表す図 7 に示すように、冷却穴 5 が並んでいる帯状の領域にマスキングテープ 10 を貼り、溶射により遮熱皮膜を形成していた。そして皮膜形成後にマスキングテープ 10 を剥がしていた。したがって、図 8 に示すように、マスキングテープ 10 を剥がし

た跡の帯状の領域 11 には遮熱皮膜が形成されない。加えて、マスキングテープはプラスト用とコーティング用の 2 種類の貼りつけ、剥がしを行うため、これに時間を要する。

また従来のマスキング手法の他の例では、図 9 に示すように、燃焼器尾筒 103 の内周面（内側板 3）に形成した冷却穴 5 に、マスキングピン MP1 を挿入して、溶射により遮熱皮膜 TBC を形成していた。マスキングピン MP1 は、多数枚のマスキングテープ（ビニール系のテープ）を重ねたものを、円筒型の型により打ち抜いて円柱状にしたものであり、燃焼器尾筒 103 の内周側の表面（内側板 3 の表面）から突出している。

図 9 に示す例では、溶射の際に溶射角度  $\alpha$  が存在するため、突出したマスキングピン MP1 により影となる領域  $\beta$  ができ、この影の領域  $\beta$  では遮熱皮膜 TBC が形成されない。また、皮膜形成後にマスキングピン MP1 を引抜くと、遮熱皮膜 TBC のうち黒塗りしたブリッジング部分 B がマスキングピン MP1 と共にはぎ取られてしまい、この部分にも遮熱皮膜 TBC が形成されない。

上述したように、図 7、図 8 に示す従来技術では、マスキングテープ 10 を用いてマスキングをしているため、帯状の広い領域 11 には遮熱皮膜が形成されていない。ガスタービンを経営的に亘り使用すると、燃焼器尾筒 103 のうち遮熱皮膜が形成されていない領域 11 は、下地金属層（耐酸化層）が無いための酸化減肉及びメタル温度上昇による亀裂の発生や、亀裂の成長による損傷が発生しており問題となっていた。

また図 9 に示す従来技術では、影となる領域  $\beta$  や、ブリッジング部分 B がはぎ取られた部分で遮熱皮膜が形成されないため、同様に、遮熱皮膜が形成されていない部分において、メタル温度上昇による亀裂の発生や、亀裂の成長による損傷が発生しており問題となっていた。また、ビニール系のマスキングテープを重ねたマスキングピン MP1 が冷却穴 5 内に焼きついてしまうことがあり、マスキングピン MP1 を取り外すのに時間がかかっていた。

なお、マスキングピン MP1 を、燃焼器尾筒 103 の内周面（内側板 3 の表面）から突出させているのは、溶射の際にマスキングピン MP1 が焼け焦げて高さが低くなっても、マスキングピン MP1 の取り外しを容易にすることを考慮したも

のである。

なお、冷却穴 5 に、現有のマスキング材である黒鉛棒やポリエチレン被覆銅線によるマスキングピンを挿入してマスキングすることが考えられた。しかし、現有のマスキング材である黒鉛棒やポリエチレン被覆銅線による詰物（マスキングピン）を冷却穴 5 に挿入しても、冷却穴 5 が未貫通穴であり、その穴深さが 1 mm 程度と浅いため、処理の途中で現有の詰物が外れたり、逆に、穴に焼きついてしまい、皮膜形成後にマスキングピンを取り外すことができなかった。また燃焼器尾筒では、T B C 施工後の熱処理は行わないため、マスキングピンを熱処理により焼消させることはできなかった。

#### 発明の開示

本発明は、上記従来技術に鑑み、表面に冷却穴が形成された部材の表面（例えば燃焼器尾筒の内周面）に、溶射により遮熱皮膜を形成する際に、冷却穴を閉塞することなく表面全面に遮熱皮膜を形成することができる、遮熱皮膜施工方法、マスキングピン及び燃焼器尾筒を提供することを目的とする。

上記課題を解決する本発明の遮熱皮膜施工方法の構成は、表面に冷却穴が形成された部材の表面に対して、溶射により遮熱皮膜を形成する遮熱皮膜施工方法であって、前記冷却穴に、前記部材の表面から突出することのないマスキングピンを挿入してから、溶射による遮熱皮膜形成をすることを特徴とする。

また本発明の遮熱皮膜施工方法の構成は、表面に冷却穴が形成された部材の表面に対して、溶射により遮熱皮膜を形成する遮熱皮膜施工方法であって、前記冷却穴に、前記部材の表面から突出することのないマスキングピンを挿入するマスキング工程と、前記部材の表面をブラスト処理して粗面化するブラスト処理工程と、粗面化した部材の表面に、溶射による遮熱皮膜形成をする遮熱皮膜形成工程とを有することを特徴とする。

また本発明の遮熱皮膜施工方法の構成は、表面に冷却穴が形成された部材の表面に対して、溶射により遮熱皮膜を形成する遮熱皮膜施工方法であって、前記冷却穴に、前記部材の表面から概ね遮熱皮膜の膜厚分突出するマスキングピンを挿入してから、溶射による遮熱皮膜形成をすることを特徴とする。

また本発明の遮熱皮膜施工方法の構成は、表面に冷却穴が形成された部材の表面に対して、溶射により遮熱皮膜を形成する遮熱皮膜施工方法であって、前記冷却穴に、前記部材の表面から概ね遮熱皮膜の膜厚分突出するマスキングピンを挿入するマスキング工程と、前記部材の表面をブラスト処理して粗面化するブラスト処理工程と、粗面化した部材の表面に、溶射による遮熱皮膜形成をする遮熱皮膜形成工程と、前記冷却穴周囲の遮熱皮膜の面取り工程とを有することを特徴とする。

また本発明の遮熱皮膜施工方法の構成は、表面に冷却穴が形成された部材の表面に対して、溶射により遮熱皮膜を形成する遮熱皮膜施工方法であって、前記冷却穴に、前記部材の表面から突出するマスキングピンを挿入してから、溶射による遮熱皮膜形成をする遮熱皮膜施工方法において、溶射時の熱によるマスキングピンの収縮後にその突出の寸法が遮熱皮膜の膜厚分以下となるようにしたことを特徴とする。

また本発明の遮熱皮膜施工方法の構成は、表面に冷却穴が形成された部材の表面に対して、溶射により遮熱皮膜を形成する遮熱皮膜施工方法であって、前記冷却穴に、前記部材の表面から突出し溶射時の熱による収縮後にその突出の寸法が遮熱皮膜の膜厚分以下となるようにしたマスキングピンを挿入するマスキング工程と、前記部材の表面をブラスト処理して粗面化するブラスト処理工程と、粗面化した部材の表面に、溶射による遮熱皮膜形成をする遮熱皮膜形成工程と、前記冷却穴周囲の遮熱皮膜の面取り工程とを有することを特徴とする。

また本発明の遮熱皮膜施工方法の構成は、前記冷却穴は、貫通していない穴、または、貫通している穴であったり、前記部材はガスタービンの燃焼器尾筒であり、前記冷却穴は前記燃焼器尾筒を形成する壁面の内周面に形成されていることを特徴とする。

また本発明の遮熱皮膜施工方法の構成は、前記マスキングピンは、耐ブラスト性に優れる弾力と、溶射による熱に耐える耐熱性と、遮熱皮膜形成後に前記冷却穴から全体が取り出せる離型性と、優れた装着性と、遮熱皮膜材が堆積することのない濡れ性を有する材料で形成されていたり、前記マスキングピンは、シリコン系のゴム弾性体で形成されていたり、前記マスキングピンは、前記冷却穴に注

入した液状シリコンゴム弾性体が乾燥・硬化して形成されたものであったり、前記マスキングピンは、シリコンゴム弾性体シートを型により打ち抜いて形成したもの、若しくは金型により成形したものであることを特徴とする。

また本発明のマスキングピンは、耐ブラスト性に優れる弾力と、溶射による熱に耐える耐熱性と、遮熱皮膜形成後に前記冷却穴から全体が取り出せる離型性と、優れた装着性と、遮熱皮膜材が堆積することのない濡れ性を有する材料で形成されていたり、前記マスキングピンは、前記冷却穴に注入した液状シリコンゴム弾性体が乾燥・硬化して形成されたものであったり、前記マスキングピンは、シリコンゴム弾性体シートを型により打ち抜いて形成したもの、若しくは金型により成形したものであることを特徴とする。また前記マスキングピンの外径は、前記冷却穴径に対して略 1 割大きくしたものであることを特徴とする。

また本発明の燃焼器尾筒は、上述した遮熱皮膜施工方法により、内周面に遮熱皮膜が形成されていることを特徴とする。

#### 図面の簡単な説明

図 1 は液状シリコンゴム弾性体によるマスキングピンを用いた、本発明の実施の形態にかかる遮熱皮膜施工方法を示す説明図である。

図 2 はシリコンゴム弾性体シートを型により打ち抜いて形成、若しくは金型により成形したマスキングピンを用いた、本発明の実施の形態にかかる遮熱皮膜施工方法を示す説明図である。

図 3 はガスターピンのうち燃焼器を配置した部分を示す構成図である。

図 4 は燃焼器尾筒を形成する壁面の一部を切り取って示す破断斜視図である。

図 5 は図 4 を A 方向から見た断面図である。

図 6 は図 4 を B 方向から見た断面図である。

図 7 はマスキングテープによりマスキングした燃焼器尾筒の内周面を示す平面図である。

図 8 はマスキングテープを取り外した燃焼器尾筒の内周面を示す平面図である。

図 9 は従来のマスキングピンを挿入した燃焼器尾筒を示す断面図である。

図 1 0 は円板型のマスキングピンの形状を示す図である。

図 1 1 は脚付き円板型のマスキングピンの形状を示す図である。

図 1 2 は脚付き円板型で周囲に突起を設けたマスキングピンの形状を示す図である。

図 1 3 はシリコンゴム弾性体シートを型により打ち抜いて形成、若しくは金型により成形したマスキングピンを用いた、本発明の実施の形態にかかる遮熱皮膜施工方法の別の例を示す説明図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

以下に本発明の実施の形態を図面に基づき詳細に説明する。本発明の実施の形態では、ガスタービンの燃焼器尾筒の内周面に、溶射により遮熱皮膜を形成する際に、燃焼器尾筒の内周面に形成されている冷却穴にマスキングピンを挿入する。

このマスキングピンは、次の（１）～（４）の材料特性を有するゴム弾性体により形成した。

（１）溶射による熱に耐える耐熱性。

（２）冷却穴に挿入した後にブラスト処理をしてブラストによる振動が作用しても、冷却穴から脱落しない弾性。

（３）遮熱皮膜が形成された後に、冷却穴から容易に取り外すことができ、冷却穴に焼きつくことがない離型性。

（４）遮熱皮膜材をはじいて遮熱皮膜材が積層されることがない濡れ性（悪い濡れ性）。

上記（１）～（４）の特性を有する材料を、実験による検証をして探したところ、液状シリコンゴム弾性体（シリコンガasket）を乾燥・硬化させて形成したマスキングピン、または、シリコンゴム弾性体シートを型により打ち抜いて形成したマスキングピンが最適であることを突き止めた。

具体的には、液状シリコンゴム弾性体（シリコンガasket）としては、Three Bond 社製の型番 1207 F の液状シリコンゴム弾性体（その組成は、主に Si 及び O、耐熱温度は 250°C）が、シリコンゴム弾性体シートとしては、Three Bond 社製のシリコンゴム弾性体シート（その組成は、主に Si 及び O、耐熱温度は 2



0 0° C) が最適であることがわかった。

液状マスキングは、種類によっては母材との密着性が高過ぎ、離型性の劣るものがあるが、そのような場合は、S i 系、フッ素系の離型スプレーの使用が効果的である。

なお、液状シリコンゴム弾性体としては、上述した Three Bond 社製のものにかぎらず、その組成が主に S i 及び O となっているものであれば、上述した (1) ~ (4) の材料特性を有するので、このような液状シリコンゴム弾性体をマスキングピンの材料として選定することができる。

また、シリコンゴム弾性体シートとしては、上述した Three Bond 社製のものにかぎらず、その組成が主に S i 及び O となっているものであれば、上述した (1) ~ (4) の材料特性を有するので、このようなシリコンゴム弾性体シートをマスキングピンの材料として選定することができる。

またマスキング材料選定のために行った実験とは、燃焼器尾筒と同じ組成でなる試験片に、燃焼器尾筒に形成する空冷構造（空気流溝，空気吸込穴，空気吐出穴（冷却穴））と同様な穴を形成し、冷却穴に各種の材料を挿入して実験を行った。実験では、冷却穴に材料を挿入した試験片を大気中で 1 0 分間に亘り 2 0 0 ° C に加熱した後に、材料を取り出して上記特性 (1) ~ (4) を判断するものと、冷却穴に材料を挿入した試験片をアルゴンガス雰囲気中で 1 分間に亘り 4 0 0 ° C に加熱した後に、材料を取り出して上記特性 (1) ~ (4) を判断するものを行った。これは、燃焼器尾筒に溶射をする場合には、燃焼器尾筒の母材メタルが常時 2 0 0 ° C 程度の温度になることと、溶射材料の温度（溶融粉末温度）が瞬間的に 4 0 0 ° C 程度に達することを考慮したものである。

また本実施の形態で用いるマスキングピンの寸法は、燃焼器尾筒の冷却穴に挿入した際は、コーティング厚さ程度突出しているが、コーティング後には 1 割程度収縮し、結果的には、燃焼器尾筒の表面（内周面）から突出しない寸法（逆に少し引っ込んだ状態）としている。

なお液状シリコンゴム弾性体では、冷却穴に注入する時には液状であるが、その後乾燥するとともに体積収縮して硬化し、硬化したものが冷却穴に挿入されたマスキングピンとなるが、硬化後の寸法が、燃焼器尾筒の表面（内周面）から

突出しない寸法となるように注入量を調整する。

次に、ガスタービンの燃焼器尾筒の壁面の内周面（内周側の表面）に、遮熱皮膜を施工する方法の一例を説明する。この例では、液状シリコンゴム弾性体を乾燥・硬化させて形成したマスキングピンを用いる。

図 1 A に示すように、ガスタービンの燃焼器尾筒を形成する壁面 20 には、その壁面内部に空気流溝 21 が形成され、その内周面 20 in には空気流溝 21 に連通する冷却穴（空気吐出穴）22 が形成され、その外周面 20 out には空気流溝 21 に連通する空気吸込穴（図示省略）が形成されている。冷却穴 22 及び空気吸込穴の穴径（直径）は、空気流溝 21 の溝幅よりも大きくなっている。壁面の内周面 20 in に遮熱皮膜を施すには、まず、図 1 A に示す冷却穴 22、及び、空気流溝 21 のうち冷却穴 22 に臨む部分に、離型剤（シリコンやフッ素等）を付ける。

次に、図 1 B に示すように、注射器 31 により、冷却穴 22、及び、空気流溝 21 のうち冷却穴 22 に臨む部分に液状シリコンゴム弾性体 32 を注入する。この液状シリコンゴム弾性体 32 は、具体的には、Three Bond 社製の型番 1207 F 等の 200～250℃の耐熱を有する液状シリコンゴム弾性体である。この液状シリコンゴム弾性体 32 は、液状（ゲル状）となっているため、冷却穴 22、及び、空気流溝 21 のうち冷却穴 22 に臨む部分に容易に注入することができる。ただし、液状シリコンゴム弾性体 32 は、ある程度の粘度を有しているため、空気流溝 21 のうち冷却穴 22 に臨む部分を越えて空気流溝 21 の内部深くに浸透することはない。

この場合、注入した液状シリコンゴム弾性体 32 の表面が、内周面 20 in に対して盛り上がった状態になるまで注入する。この注入量については、後述する。なお、注射器 31 の代わりにヘラ等を用いて注入することができる。いずれにしろ、注入するだけでよいので、作業は容易である。

注入した液状シリコンゴム弾性体 32 は、放置すると乾燥して硬化するが、乾燥・硬化するのに併せて体積収縮する。このように体積収縮して乾燥・硬化することにより、冷却穴 22 及び空気流溝 21 に挿入されたマスキングピン MP 2 となる（図 1 C 参照）。この場合、マスキングピン MP 2 が、内周面 20 in から突

出しないように、図 1 B において液状シリコンゴム弾性体 3 2 を注入する量を調整している。つまり、部材である冷却穴 2 2 の表面から突出することのないマスキングピン MP 2 としている。但し、材料等の条件によっては収縮し難い場合もあるので、そのときはマスキングピン MP 2 の表面を手で押圧して平らにしている。液状シリコンゴム注入には、一定圧力で一定量の供給が重要であり、市販されているディスペンサーの使用も効率的である。

冷却穴 2 2 及び空気流溝 2 1 の寸法には、バラツキがあるが、マスキングピン MP 2 は、冷却穴 2 2 及び空気流溝 2 1 に注入した液状シリコンゴム弾性体 3 2 が乾燥・硬化したものであるため、冷却穴 2 2 及び空気流溝 2 1 に緊密に挿入された状態となっている。

液状シリコンゴム弾性体 3 2 が乾燥・硬化することにより、マスキングピン MP 2 が挿入された状態となったら、図 1 D に示すように、内周面 2 0 in に対してアルミナ ( $Al_2O_3$ ) を吹き付けるブラスト処理をして粗面化する。このとき、マスキングピン MP 2 は弾性があるため、ブラスト処理によるアンカー効果が働かずその衝撃が作用しても、冷却穴 2 2 から脱落することはない。

ブラスト処理が終わったら、図 1 E に示すように、内周面 2 0 in に MC r A 1 Y を溶射して下地金属層 (アンダーコート) 4 1 を形成する。このとき、マスキングピン MP 2 は、濡れ性が悪いので、マスキングピン MP 2 の上に溶射された溶射金属は、はじかれてしまい、マスキングピン MP 2 の上に MC r A 1 Y 溶射金属が堆積することは殆どない。また、少々堆積するケースがあったとしても、エアブローとペーパー研磨で全て除去可能である。

下地金属 4 1 の形成が終わったら、図 1 F に示すように、下地金属 4 1 に、ジルコニアを主成分とするセラミックス材料を溶射して遮熱層 (トップコート) 4 2 を形成する。このとき、マスキングピン MP 2 は、濡れ性が悪いので、マスキングピン MP 2 の上に溶射された溶射金属は、はじかれてしまい、マスキングピン MP 2 の上にセラミックス材料溶射金属が堆積することは殆どない。また、少々堆積するケースがあったとしても、エアブローとペーパー研磨で全て除去可能である。

マスキングピン MP 2 は、内周面 2 0 in から突出していないので、MC r A

1 Yやセラミックス材料を溶射したときに突出部材による影ができることはなく、必要な部分全面に溶射をすることができる。つまり、内周面 20 in からの突出部材による溶射の影により内周面 20 in の周囲にセラミックス材料が溶射されない部分が生じることがなくなる。影により溶射されない部分が生じると、金属母材表面が露出して長期の使用により微小亀裂等が発生することが考えられるが、溶射の影により内周面 20 in の周囲にセラミックス材料が溶射されない部分が生じることがないので、耐熱性及び耐久性がよりすぐれたものとなる。

また、マスキングピンMP 2は耐熱性があるので、MC r A 1 Yやセラミックス材料を溶射したときであっても、マスキングピンMP 2が焼け焦げたり溶けたりすることはない。

遮熱層 4 2 の形成が終わったら、針やピンによりマスキングピンMP 2を引っ掛けて冷却穴 2 2 から取り外す。マスキングピンMP 2は冷却穴 2 2 に焼きつくことがない離型性を有しているので、冷却穴 2 2 や空気流溝 2 1 内にマスキング材料が残ることなく、マスキングピンMP 2の全体をきれいに取り外すことができる（図 1 G 参照）。このとき、針やピンを用いてマスキングピンMP 2を取り外すことができるので、取り外し作業は簡単にできる。

このようにして、燃焼器尾筒を形成する壁面の内周面 20 in に、遮熱皮膜（下地金属層 4 1 及び遮熱層 4 2）を施すことができ、しかも、必要部分のすべての面に遮熱皮膜を施すことができる。したがって、燃焼器尾筒は遮熱皮膜により熱保護され、温度上昇による亀裂や損傷が発生することがなくなり、信頼性の高い燃焼器尾筒を製作することができる。

またマスキング作業としては、液状シリコンゴム弾性体 3 2 の注入や、針等によるマスキングピンMP 2の取り外しだけであるため、比較的容易である。この取り外し用の工具としては、カエリのついた針や、グランドパッキン取り外し用パッキンツール等が有望である。また、注入にサンエイテック社製ディスペンサーを用いることで、一定圧、一定量の注入が可能となる。

次に、ガスタービンの燃焼器尾筒を形成する壁面の内周面（内周側の表面）に、遮熱皮膜を施工する方法の他の例を説明する。この例では、シリコンゴム弾性体シートを型により打ち抜いて形成したマスキングピンを用いる。この場合、打ち

抜きだけでは縦断面形状が台形となるため、切断終了間際には刃を回転させている。また、ピンを大量に品質良く製造する方法として、金型を用いた成型法がある。

この方法では、図 2 A に示すように、断面形状が平板又はゲタ型（又は脚付）のマスキングピン MP 3 を、冷却穴 2 2、及び、空気流溝 2 1 のうち冷却穴 2 2 に臨む部分に挿入する。または、図 2 B に示すように、断面形状がテーパ型のマスキングピン MP 4 を、冷却穴 2 2、及び、空気流溝 2 1 のうち冷却穴 2 2 に臨む部分に挿入する。この場合、マスキングピン MP 3、MP 4 は、壁面 2 0 の内周面 2 0 in から突出しないような寸法にしている。

マスキングピン MP 3 の外形形状は、冷却穴 2 2、及び、空気流溝 2 1 のうち冷却穴 2 2 に臨む部分の空間形状に一致したものとなるように、シリコンゴム弾性体シートから型抜きしたものである。但し、ピンサイズは穴径に対して 5 % ~ 10 % 程度大きくしてテンションを上げ、耐ブラスト性を向上させている。ここでは穴サイズに対して大きめのピンを挿入するため、多量のピン挿入作業では時間を要し、また挿入状態にバラツキが生じる場合がでてくる。そこで、その挿入には、圧縮空気やピストンにより圧入する工具（シリンジ）を用いることも有効である。また、マスキングピン MP 4 の半径は、冷却穴 2 2、及び、空気流溝 2 1 のうち冷却穴 2 2 に臨む部分の径に一致したものとなるように、シリコンゴム弾性体シートを型で打ち抜いて形成したものである。

このようなマスキングピン MP 3、MP 4 は弾性を有しているため、冷却穴 2 2 及び空気流溝 2 1 の寸法にバラツキがあっても、弾性により冷却穴 2 2 及び空気流溝 2 1 内にフィットして挿入される。

このようにして、マスキングピン MP 3 またはマスキングピン MP 4 を、冷却穴 2 2 に挿入したら、図 1 D に示すのと同様なブラスト処理による粗面化、図 1 E に示すのと同様な溶射による下地金属層の形成、図 1 F に示すのと同様な溶射による遮熱層の形成を行う。その後は、マスキングピン MP 3 またはマスキングピン MP 4 を、取り外し工具等で引っかけて取り外す。この場合、マスキングピン取り外し時、或いはガスタービン運転時に、周囲のコーティング端面の欠損が生じる事が考えられるので、これを防止するため、穴内に削りカスが侵入しない

ようにピンを穴に残した状態で、ゴム砥石等により面取りする。

マスキングピンMP 3またはマスキングピンMP 4は、弾性を有しているため、ブラスト処理による振動が作用しても脱落することはない、耐熱性があるため溶射による熱に耐えることができ、濡れ性が悪いので遮熱皮膜材が堆積することはない、離型性があるため容易に取り外すことができる。マスキングピンMP 3またはマスキングピンMP 4は、壁面20の内周面20 in から突出しないような寸法になっているため、溶射の際に影部や悪性状部（コーティングが確実になされていない部分）、ブリッジング部等ができることはなく、必要部分に遮熱皮膜を形成することができる。

このようにして、燃焼器尾筒を形成する壁面の内周面20 in に、遮熱皮膜（下地金属層41及び遮熱層42）を施すことができ、しかも、必要部分のすべての面に遮熱皮膜を施すことができる。したがって、燃焼器尾筒は遮熱皮膜により熱保護され、アンダーコート（金属層）による耐酸化効果も得られ、温度上昇による亀裂や損傷が発生することがなくなり、信頼性の高い燃焼器尾筒を製作することができる。

なお、上述した実施の形態では、燃焼器尾筒の壁面に形成した未貫通の冷却穴をマスキングするものであったが、最近では燃焼器尾筒の壁面の外周面から内周面にまで貫通した冷却用の小穴を形成することがある。この貫通した小穴の径は、冷却穴の径に比べて小さいものであり、且つ穴深さは4～5 mmと深く、コーティング後の手入れが困難であった。この貫通した小穴に、本実施の形態で用いていた、マスキングピンMP 2～MP 4を適用することもできる。

このような小径深穴には、挿入性の観点より液状マスキングが適しているが、注射器による注入では、表面張力のため内部まで侵入せず、溢れてしまう。そこで、一定圧、一定量の注入が可能となるディスペンサーを用いることで、安定した注入を行うことができる。

また、ガスタービンの翼にも、冷却用の貫通穴が形成されており、翼の表面に遮熱皮膜を施す際に貫通穴が塞がれないようにマスキングするためにも、本実施の形態で用いていた、マスキングピンMP 2～MP 4を適用することもできる。その他、いわゆるAPS法、HVOF法による溶射皮膜を有する全ての部品に適

用可能である。

また以下に、ガスタービンの燃焼器尾筒を形成する壁面の内周面（内周側の表面）に、遮熱皮膜を施工する方法の別の例を説明する。この例では、前述した例と同様にして、シリコンゴム弾性体シートを型により打ち抜いて形成したマスキングピンを用いる。マスキングピンの組成は、シロキサン結合したシリコンが主成分となっている。また、マスキング取り忘れ防止のために、周囲コーティングの白地に対して視認性を良くするため、赤に近い「べんがら色」を付けているが、その着色顔料成分は酸化鉄（ $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ）である。

図10～図12は、本例のマスキングピンの形状を示す図である。まず図10は、円板型のマスキングピンMP5を示している。図10Aは正面図、図10Bは下面図である。ここでは冷却穴径（ $\phi 4$ ）に対して、外径を $\phi 4.40 \pm 0.05$ と1割大きいオーバーサイズにすることで、ゴム反撥力を利用して耐プラスト性を向上させている。また、冷却穴径が $\phi 3$ の場合に対応したマスキングピンも作成可能である。これは、以下の型式についても同様である。さらに、下面に粘着テープ（不図示）を設け、冷却穴の底面に粘着させることで効果を高めている。この場合、マスキングピンを下面が小径であるテーパ状とすると、耐プラスト性を確保しつつ冷却穴への挿入が容易となる。

図11は、脚付き円板型のマスキングピンMP6を示している。図11Aは正面図、図11Bは下面図である。ここでは冷却穴径（ $\phi 4$ ）に対して、円板状の本体51の外径を $\phi 4.40 \pm 0.05$ と1割大きいオーバーサイズにすることで、ゴム反撥力を利用して耐プラスト性を向上させている。さらに、本体51の下面中央より延びる円柱状の突き出しピン52を、冷却穴下部の空気流溝に挿入させることで効果を高めている。

図12は、脚付き円板型で周囲に突起を設けたマスキングピンMP7を示している。図12Aは正面図、図12Bは下面図である。ここでは冷却穴径（ $\phi 4$ ）に対して、円板状の本体53の外径を $\phi 4.00 \pm 0.05$ と同等の大きさにしているが、その周囲数ヶ所に半径がR0.5の突起55を設けている。そして、これらの突起が $\phi 4.50 \pm 0.05$ の円に内接する配置とし、冷却穴径に対してオーバーサイズにすることで、ゴム反撥力を利用して耐プラスト性を向上させ

ている。さらに、本体 5 3 の下面中央より延びる円柱状の突き出しピン 5 4 を、冷却穴下部の空気流溝に挿入させることで効果を高めている。

なお、これら各マスキングピンのゴム硬さとしては、30～70HS（スプリング硬さ）のものが耐ブラスト性に効果がある。特に、単純な円板型では硬さ 50 或いは 70HS、脚付き円板型では硬さ 50HS とすることが、加工性、耐熱性、耐ブラスト性の観点より優れている。

図 1 3 は、本例の遮熱皮膜施工方法を示す説明図である。ここでは上述したマスキングピン MP 6 を使用する場合を代表で示している。この方法では、図 1 3 A に示すように、マスキングピン MP 6 を、冷却穴 2 2 及び、空気流溝 2 1 のうち冷却穴 2 2 に臨む部分に挿入する。この場合、マスキングピン MP 6 は、壁面 2 0 の内周面 2 0 in から概ねコーティング膜厚分突出した寸法（例えば 0.4 mm）にしている。

続いて、図 1 3 B に示すように、内周面 2 0 in に対してアルミナ（ $Al_2O_3$ ）を吹き付けるブラスト処理をして粗面化する。このとき、マスキングピン MP 6 は弾性があるため、ブラスト処理によるアンカー効果が働かずその衝撃が作用しても、冷却穴 2 2 から脱落することはない。

ブラスト処理が終わったら、図 1 3 C に示すように、内周面 2 0 in に MC r A l Y を溶射して下地金属層（アンダーコート）4 1 を形成する。このとき、マスキングピン MP 6 は、濡れ性が悪いので、マスキングピン MP 6 の上に溶射された溶射金属は、はじかれてしまい、マスキングピン MP 6 の上に MC r A l Y 溶射金属が堆積することは殆どない。また、少々堆積するケースがあったとしても、エアブローとペーパー研磨で全て除去可能である。

下地金属 4 1 の形成が終わったら、図 1 3 D に示すように、下地金属 4 1 に、ジルコニアを主成分とするセラミックス材料を溶射して遮熱層（トップコート）4 2 を形成する。このとき、マスキングピン MP 6 は、濡れ性が悪いので、マスキングピン MP 6 の上に溶射された溶射金属は、はじかれてしまい、マスキングピン MP 6 の上にセラミックス材料溶射金属が堆積することは殆どない。また、少々堆積するケースがあったとしても、エアブローとペーパー研磨で全て除去可能である。



なお、コーティング施工時の熱により、マスキングピンMP 6は1割程度収縮するため、コーティング最上面より例えば0.2mm程度埋没した状態になり、その後の手入れ、穴周囲の面取り作業が容易となる。若しくは、コーティング施工時の熱によるマスキングピンMP 6の収縮後にその突出の寸法が遮熱皮膜の膜厚分以下となるように、収縮前の突出寸法を予め設定しておいても良い。

遮熱層42の形成が終わったら、マスキングピン上に堆積した皮膜の大半をエアブローにて除去し、マスキングピン周辺をダイヤモンドペーパーで軽く磨く。その後、図13Eに示すように、外径が10mmの球状（若しくは円柱状）のアルミナ砥粒入りゴム砥石55で、コーティングの穴周りを面取りする。その他、テーパ状のゴム砥石を使用しても良い。

このとき、ゴム砥石55の回転数は数千rpmオーダーとし、10秒程度作業を行う。この面取りにより、マスキング取り外し時の「周囲コーティング欠損」並びに「実機運転中のコーティング剥離」を低減させることができる。ここではマスキングが入ったままで手入れするのがポイントである。これにより、コーティングの削りカスが冷却穴内部に残留しなくて済む。なお、ゴム砥石を使うのは、フィッティングが良く、且つ柔らかいので、コーティング削り始め時の欠損を防止できるためである。

コーティングの穴周りの面取りが終わったら、カエリが付いたピン（釣り針状でストレート形状に近いもの）若しくはグランドパッキン取り外し用のパッキンツールにより、マスキングピンMP 6を引っ掛けて冷却穴22から取り外す。マスキングピンMP 6は冷却穴22に焼きつくことがない離型性を有しているので、冷却穴22や空気流溝21内にマスキング材料が残ることなく、マスキングピンMP 6の全体をきれいに取り外すことができる（図13F参照）。特に、パッキンツールは螺旋状の針を有しており、ワインのコルク栓を抜く時と同じ要領で、針を回転させつつマスキングピンMP 6に差し込み、引っ張ることでマスキングピンMP 6を簡単に取り外すことができる。

なお、壁面のR曲げ部付近に開けられた冷却穴については、板金曲げのために穴形状が変形しており、シリコンゴム弾性体シートを型により打ち抜いて形成したマスキングピンを挿入することは難しい。故に、この部分には液状シリコンゴ

ム弾性体を注入し、乾燥・硬化させてマスキングピンを形成すると良い。但し、液状シリコンゴム弾性体の注入はディスペンサーで行う。これにより、一定圧力、一定量のゴムを供給することが可能となる。

ところで、液状シリコンゴム弾性体（シリコンガasket）としては、大きく分けて下記２種類がある。一つは１液型ＲＴＶシリコンゴムであり、これには脱アセトン型、脱オキシム型、脱アルコール型等がある。これらは何れも空気中の水分と反応してそれぞれの脱反応が生じ、硬化してシリコンゴムが生成される。硬化速度は空気の温度、湿度と空気への触れ方に依存するが、概ね１０～１５時間程度である。また、換気による脱物質の除去も必要である。もう一つは２液型ＲＴＶシリコンゴムであり、これは硬化剤と主剤を混ぜて硬化反応によりシリコンゴムを形成する。１液型と比較して作業性は劣るが、深部硬化が可能である。

このようにして、燃焼器尾筒を形成する壁面の内周面２０inに、遮熱皮膜（下地金属層４１及び遮熱層４２）を施すことができ、しかも、必要部分のすべての面に遮熱皮膜を施すことができる。したがって、燃焼器尾筒は遮熱皮膜により熱保護され、温度上昇による亀裂や損傷が発生することがなくなり、信頼性の高い燃焼器尾筒を製作することができる。

上記の説明により、本発明については様々な修飾や変形をすることが可能であることは明らかである。よって、本発明は、具体的な記述にとらわれることなく、付記した請求の範囲内で実施されるものと解されたい。

#### 産業上の利用可能性

以上実施の形態と共に具体的に説明したように、本発明の遮熱皮膜施工方法では、表面に冷却穴が形成された部材の表面に対して、溶射により遮熱皮膜を形成する遮熱皮膜施工方法であって、前記冷却穴に、前記部材の表面から突出することのないマスキングピンを挿入してから、溶射による遮熱皮膜形成をするようにした。

このように、マスキングピンが部材表面から突出していないので、溶射の際にマスキングピンによる影ができることなく、影により遮熱皮膜が形成されない部分が生じることがなくなり、部材表面の全面に遮熱皮膜を形成することができる。

このため、耐熱性及び耐久性に優れたものにすることができる。また、マスキングピンの挿入により、冷却穴が遮熱皮膜により閉塞されることがなくなる。

また本発明の遮熱皮膜施工方法では、表面に冷却穴が形成された部材の表面に対して、溶射により遮熱皮膜を形成する遮熱皮膜施工方法であって、前記冷却穴に、前記部材の表面から突出することのないマスキングピンを挿入するマスキング工程と、前記部材の表面をブラスト処理して粗面化するブラスト処理工程と、粗面化した部材の表面に、溶射による遮熱皮膜形成をする遮熱皮膜形成工程とを有する。

このように、ブラスト処理工程をする前にマスキングをするため、ブラスト処理により粗面化された表面を乱すことはなく、良好な遮熱皮膜の形成ができる。またマスキングピンが部材表面から突出していないので、溶射の際にマスキングピンによる影ができることなく、部材表面の全面に遮熱皮膜を形成することができる。更に、マスキングピンの挿入により、冷却穴が遮熱皮膜により閉塞されることがなくなる。

また本発明の遮熱皮膜施工方法では、表面に冷却穴が形成された部材の表面に対して、溶射により遮熱皮膜を形成する遮熱皮膜施工方法であって、前記冷却穴に、前記部材の表面から概ね遮熱皮膜の膜厚分突出するマスキングピンを挿入してから、溶射による遮熱皮膜形成をするようにした。

若しくは、表面に冷却穴が形成された部材の表面に対して、溶射により遮熱皮膜を形成する遮熱皮膜施工方法であって、前記冷却穴に、前記部材の表面から突出するマスキングピンを挿入してから、溶射による遮熱皮膜形成をする遮熱皮膜施工方法において、溶射時の熱によるマスキングピンの収縮後にその突出の寸法が遮熱皮膜の膜厚分以下となるようにした。

このとき、遮熱皮膜施工時の熱により、マスキングピンは1割程度収縮するため、遮熱皮膜最上面より少し埋没した状態になり、その後の手入れ、穴周囲の面取り作業が容易となる。また、マスキングピンの挿入により、冷却穴が遮熱皮膜により閉塞されることがなくなる。

また本発明の遮熱皮膜施工方法では、表面に冷却穴が形成された部材の表面に対して、溶射により遮熱皮膜を形成する遮熱皮膜施工方法であって、前記冷却穴

に、前記部材の表面から概ね遮熱皮膜の膜厚分突出するマスキングピンを挿入するマスキング工程と、前記部材の表面をブラスト処理して粗面化するブラスト処理工程と、粗面化した部材の表面に、溶射による遮熱皮膜形成をする遮熱皮膜形成工程と、前記冷却穴周囲の遮熱皮膜の面取り工程とを有する。

若しくは、表面に冷却穴が形成された部材の表面に対して、溶射により遮熱皮膜を形成する遮熱皮膜施工方法であって、前記冷却穴に、前記部材の表面から突出し溶射時の熱による収縮後にその突出の寸法が遮熱皮膜の膜厚分以下となるようにしたマスキングピンを挿入するマスキング工程と、前記部材の表面をブラスト処理して粗面化するブラスト処理工程と、粗面化した部材の表面に、溶射による遮熱皮膜形成をする遮熱皮膜形成工程と、前記冷却穴周囲の遮熱皮膜の面取り工程とを有する。

このように、ブラスト処理工程をする前にマスキングをするため、ブラスト処理により粗面化された表面を乱すことはなく、良好な遮熱皮膜の形成ができる。また遮熱皮膜施工時の熱により、マスキングピンは1割程度収縮するため、遮熱皮膜最上面より少し埋没した状態になり、その後の手入れ、穴周囲の面取り作業が容易となる。更に、マスキングピンの挿入により、冷却穴が遮熱皮膜により閉塞されることがなくなる。

また本発明の遮熱皮膜施工方法では、前記冷却穴は、貫通していない穴、または、貫通している穴であったり、前記部材はガスタービンの燃焼器尾筒であり、前記冷却穴は前記燃焼器尾筒を形成する壁面の内周面に形成されている。このため、貫通または未貫通の冷却穴を閉塞することなく、燃焼器尾筒の内周面の全面に良好な遮熱皮膜を形成することができる。

また本発明の遮熱皮膜施工方法では、前記マスキングピンは、耐ブラスト性に優れる弾力と、溶射による熱に耐える耐熱性と、遮熱皮膜形成後に前記冷却穴から全体が取り出せる離型性と、優れた装着性と、遮熱皮膜材が堆積することのない濡れ性を有する材料で形成されていたり、前記マスキングピンは、シリコン系のゴム弾性体で形成されていたり、前記マスキングピンは、前記冷却穴に注入した液状シリコンゴム弾性体が乾燥・硬化して形成されたものであったり、前記マスキングピンは、シリコンゴム弾性体シートを型により打ち抜いて形成したもの

である。このため、マスキングピンが焼け焦げたり、脱落したり、焼きついたりすることなく、良好な遮熱皮膜を形成することができる。

また本発明のマスキングピンは、耐ブラスト性に優れる弾力と、溶射による熱に耐える耐熱性と、遮熱皮膜形成後に前記冷却穴から全体が取り出せる離型性と、優れた装着性と、遮熱皮膜材が堆積することのない濡れ性を有する材料で形成されていたり、前記マスキングピンは、前記冷却穴に注入した液状シリコンゴム弾性体が乾燥・硬化して形成されたものであったり、前記マスキングピンは、シリコンゴム弾性体シートを型により打ち抜いて形成したものである。このため、マスキングピンが焼け焦げたり、脱落したり、焼きついたりすることなく、良好な遮熱皮膜を形成することができる。また前記マスキングピンの外径は、前記冷却穴径に対して略1割大きくしたものである。これによりテンションを上げ、耐ブラスト性を向上させている。

また本発明の燃焼器尾筒は、上述した遮熱皮膜施工方法により、内周面に遮熱皮膜が形成されているため、メタル温度上昇による亀裂や損傷が発生することなく製品性能が向上する。

## 請求の範囲

1. 表面に冷却穴が形成された部材の表面に対して、溶射により遮熱皮膜を形成する遮熱皮膜施工方法であって、前記冷却穴に、前記部材の表面から突出することのないマスキングピンを挿入してから、溶射による遮熱皮膜形成をすることを特徴とする遮熱皮膜施工方法。

2. 表面に冷却穴が形成された部材の表面に対して、溶射により遮熱皮膜を形成する遮熱皮膜施工方法であって、前記冷却穴に、前記部材の表面から突出することのないマスキングピンを挿入するマスキング工程と、前記部材の表面をブラスト処理して粗面化するブラスト処理工程と、粗面化した部材の表面に、溶射による遮熱皮膜形成をする遮熱皮膜形成工程とを有することを特徴とする遮熱皮膜施工方法。

3. 表面に冷却穴が形成された部材の表面に対して、溶射により遮熱皮膜を形成する遮熱皮膜施工方法であって、前記冷却穴に、前記部材の表面から概ね遮熱皮膜の膜厚分突出するマスキングピンを挿入してから、溶射による遮熱皮膜形成をすることを特徴とする遮熱皮膜施工方法。

4. 表面に冷却穴が形成された部材の表面に対して、溶射により遮熱皮膜を形成する遮熱皮膜施工方法であって、前記冷却穴に、前記部材の表面から概ね遮熱皮膜の膜厚分突出するマスキングピンを挿入するマスキング工程と、前記部材の表面をブラスト処理して粗面化するブラスト処理工程と、粗面化した部材の表面に、溶射による遮熱皮膜形成をする遮熱皮膜形成工程と、前記冷却穴周囲の遮熱皮膜の面取り工程とを有することを特徴とする遮熱皮膜施工方法。

5. 表面に冷却穴が形成された部材の表面に対して、溶射により遮熱皮膜を形成する遮熱皮膜施工方法であって、前記冷却穴に、前記部材の表面から突出するマスキングピンを挿入してから、溶射による遮熱皮膜形成をする遮熱皮膜施工方法

において、溶射時の熱によるマスキングピンの収縮後にその突出の寸法が遮熱皮膜の膜厚分以下となるようにしたことを特徴とする遮熱皮膜施工方法。

6. 表面に冷却穴が形成された部材の表面に対して、溶射により遮熱皮膜を形成する遮熱皮膜施工方法であって、前記冷却穴に、前記部材の表面から突出し溶射時の熱による収縮後にその突出の寸法が遮熱皮膜の膜厚分以下となるようにしたマスキングピンを挿入するマスキング工程と、前記部材の表面をブラスト処理して粗面化するブラスト処理工程と、粗面化した部材の表面に、溶射による遮熱皮膜形成をする遮熱皮膜形成工程と、前記冷却穴周囲の遮熱皮膜の面取り工程とを有することを特徴とする遮熱皮膜施工方法。

7. 請求の範囲 1～請求の範囲 6 のいずれかに記載の遮熱皮膜施工方法であって、前記冷却穴は、貫通していない穴、または、貫通している穴である。

8. 請求の範囲 1～請求の範囲 6 のいずれかに記載の遮熱皮膜施工方法であって、前記部材はガスタービンの燃焼器尾筒であり、前記冷却穴は前記燃焼器尾筒を形成する壁面の内周面に形成されている。

9. 請求の範囲 1～請求の範囲 6 のいずれかに記載の遮熱皮膜施工方法であって、前記マスキングピンは、耐ブラスト性に優れる弾力と、溶射による熱に耐える耐熱性と、遮熱皮膜形成後に前記冷却穴から全体が取り出せる離型性と、優れた装着性と、遮熱皮膜材が堆積することのない濡れ性を有する材料で形成されている。

10. 請求の範囲 1～請求の範囲 6 のいずれかに記載の遮熱皮膜施工方法であって、

前記マスキングピンは、シリコン系のゴム弾性体で形成されている。

11. 請求の範囲 1～請求の範囲 6 のいずれかに記載の遮熱皮膜施工方法であって

て、

前記マスキングピンは、前記冷却穴に注入した液状シリコンゴム弾性体が乾燥・硬化して形成されたものである。

12. 請求の範囲1～請求の範囲6のいずれかに記載の遮熱皮膜施工方法であって、

前記マスキングピンは、シリコンゴム弾性体シートを型により打ち抜いて形成したもの、若しくは金型により成形したものである。

13. 請求の範囲1～請求の範囲6のいずれかに記載の遮熱皮膜施工方法に用いるマスキングピンであって、

前記マスキングピンは、耐プラスト性に優れる弾力と、溶射による熱に耐える耐熱性と、遮熱皮膜形成後に前記冷却穴から全体が取り出せる離型性と、優れた装着性と、遮熱皮膜材が堆積することのない濡れ性を有する材料で形成されている。

14. 請求の範囲1～請求の範囲6のいずれかに記載の遮熱皮膜施工方法に用いるマスキングピンであって、

前記マスキングピンは、前記冷却穴に注入した液状シリコンゴム弾性体が乾燥・硬化して形成されたものである。

15. 請求の範囲1～請求の範囲6のいずれかに記載の遮熱皮膜施工方法に用いるマスキングピンであって、

前記マスキングピンは、シリコンゴム弾性体シートを型により打ち抜いて形成したもの、若しくは金型により成形したものである。

16. 請求の範囲1～請求の範囲6のいずれかに記載の遮熱皮膜施工方法に用いるマスキングピンであって、

前記マスキングピンの外径は、前記冷却穴径に対して略1割大きくしたもので



ある。

17. 請求の範囲1～請求の範囲6のいずれかに記載の遮熱皮膜施工方法により、内周面に遮熱皮膜が形成されていることを特徴とする燃焼器尾筒。

図1 A

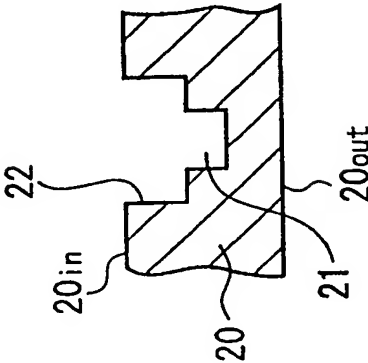


図1 B

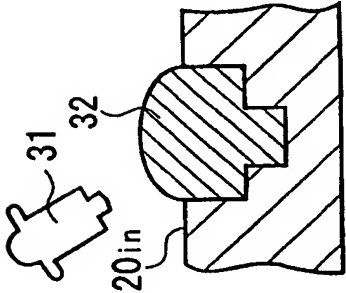


図1 C

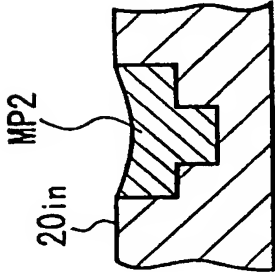


図1 D

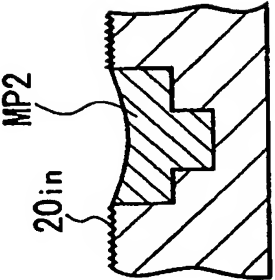


図1 G

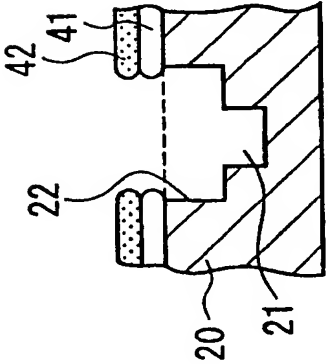


図1 F

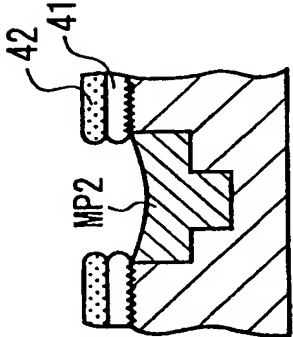
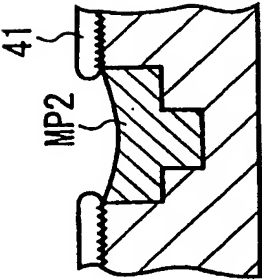


図1 E



2/12

図 2 A

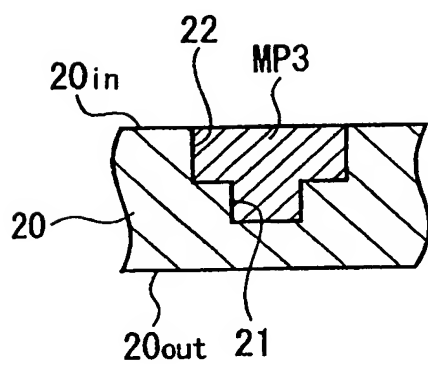
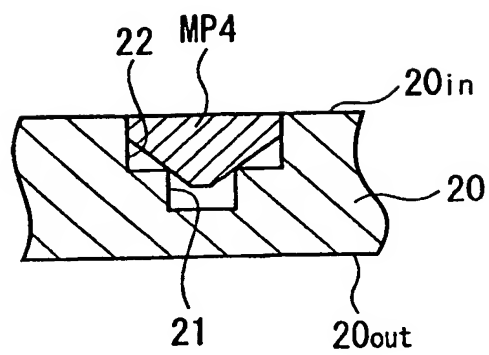


図 2 B



3/12

図 3

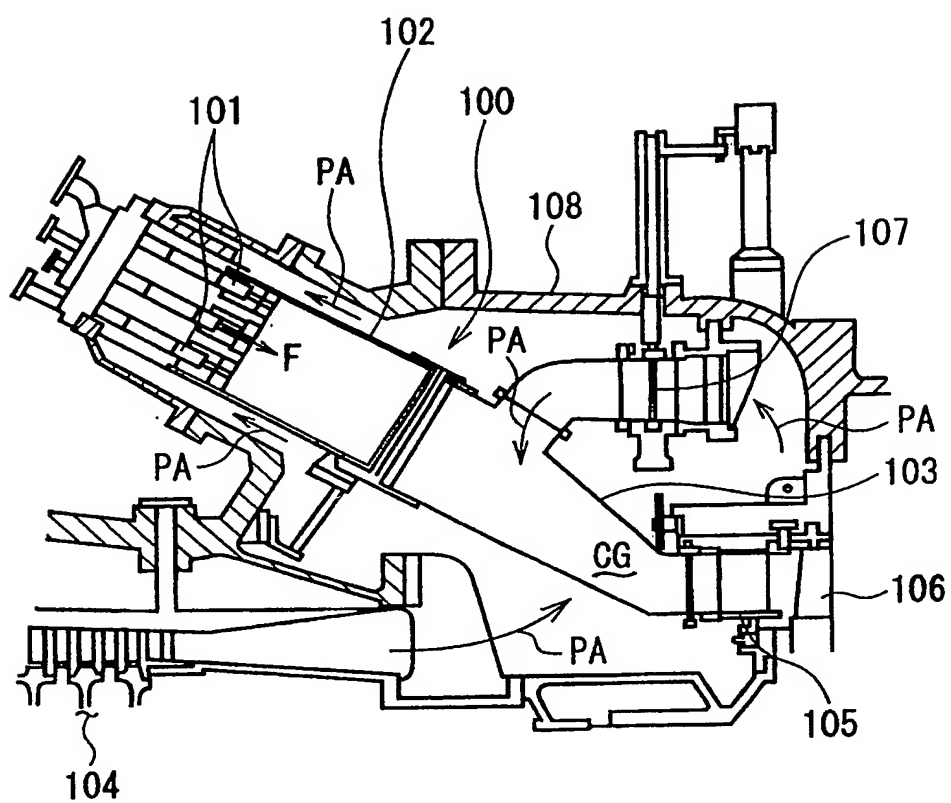
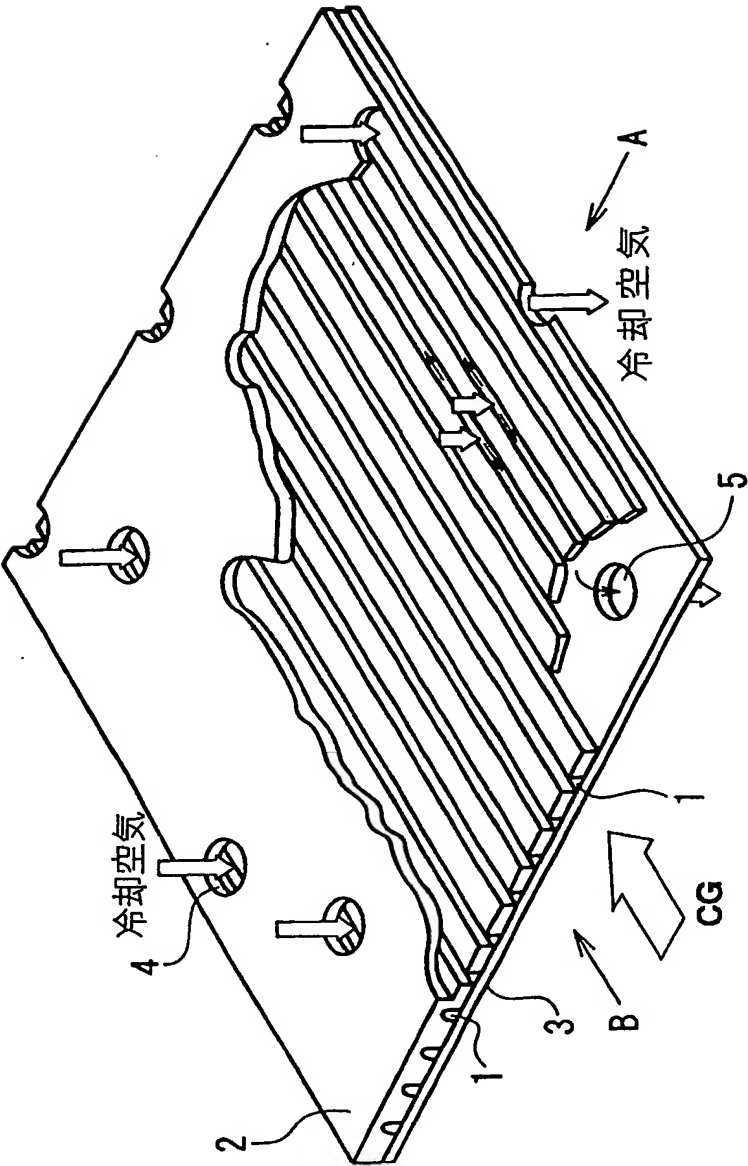


图4



5/12

図 5

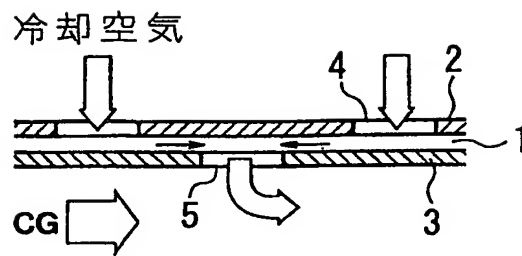
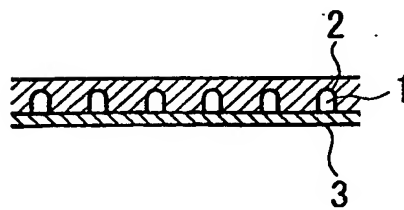


図 6



6/12

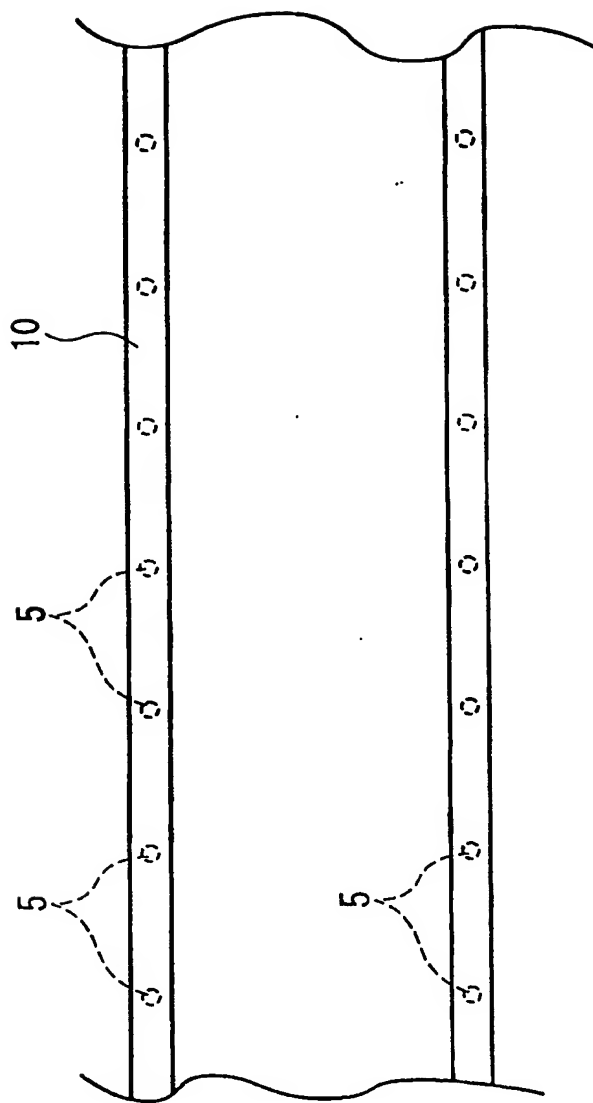
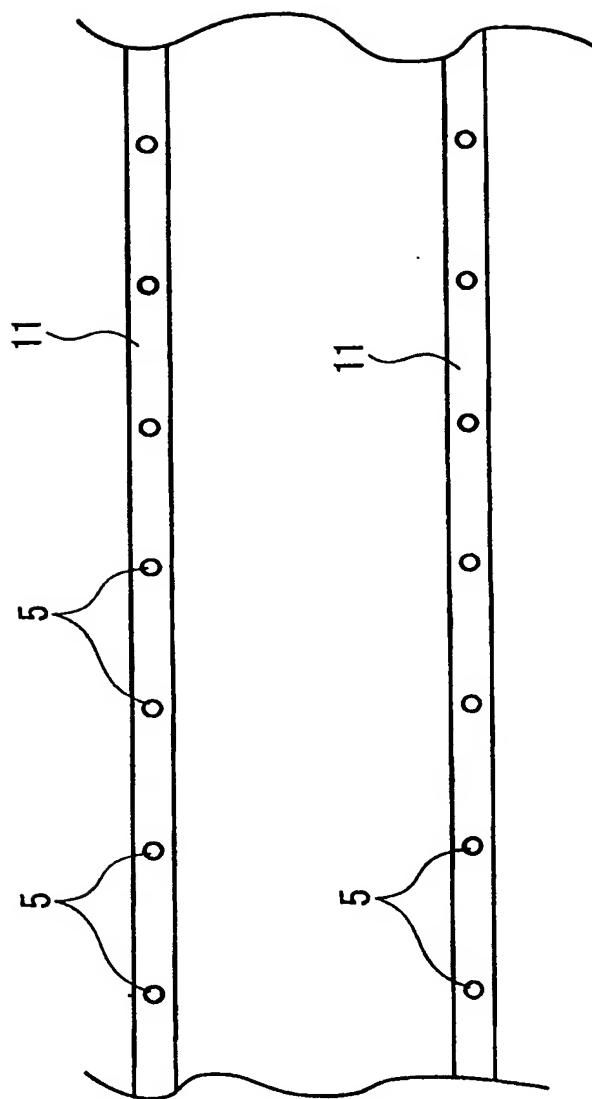


図7

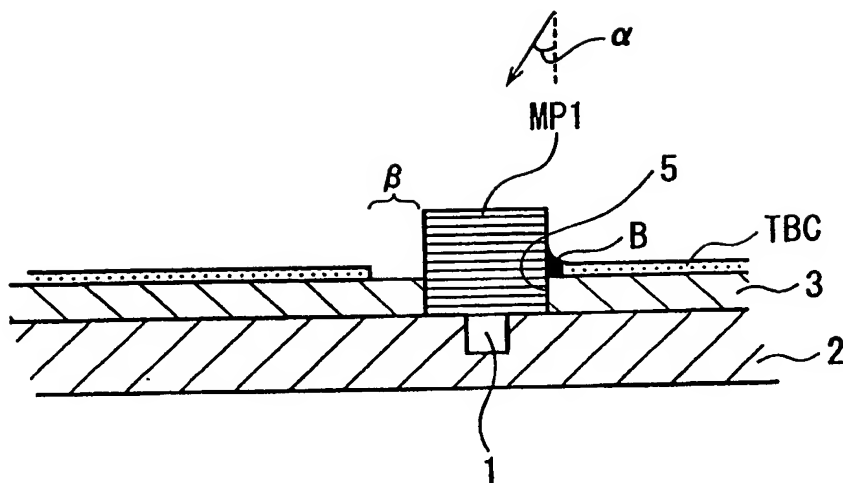
7/12





8/12

図 9



9/12

図 1 0 A

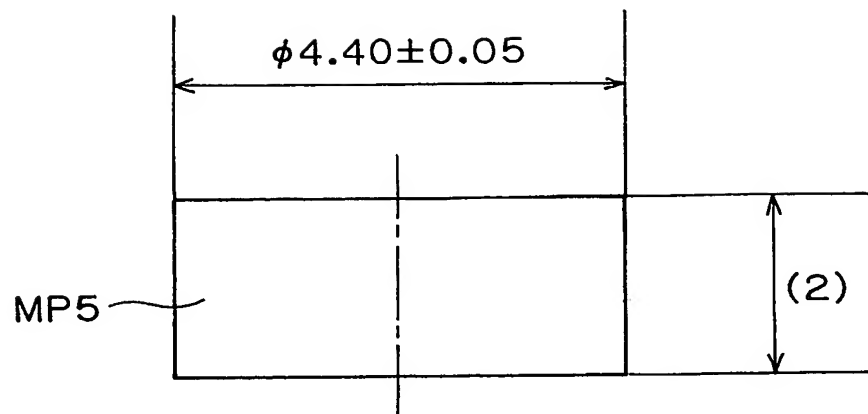
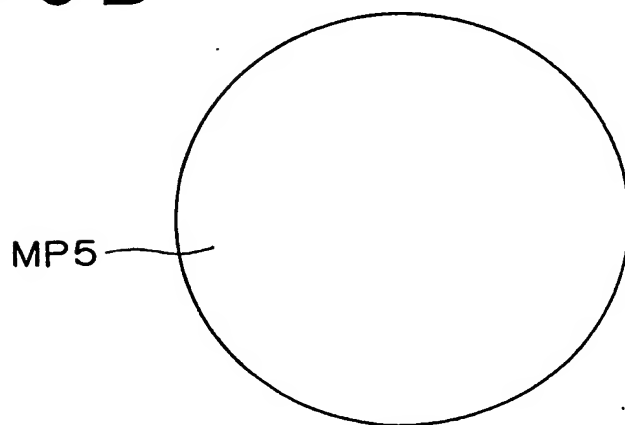


図 1 0 B



10/12

図 1 1 A

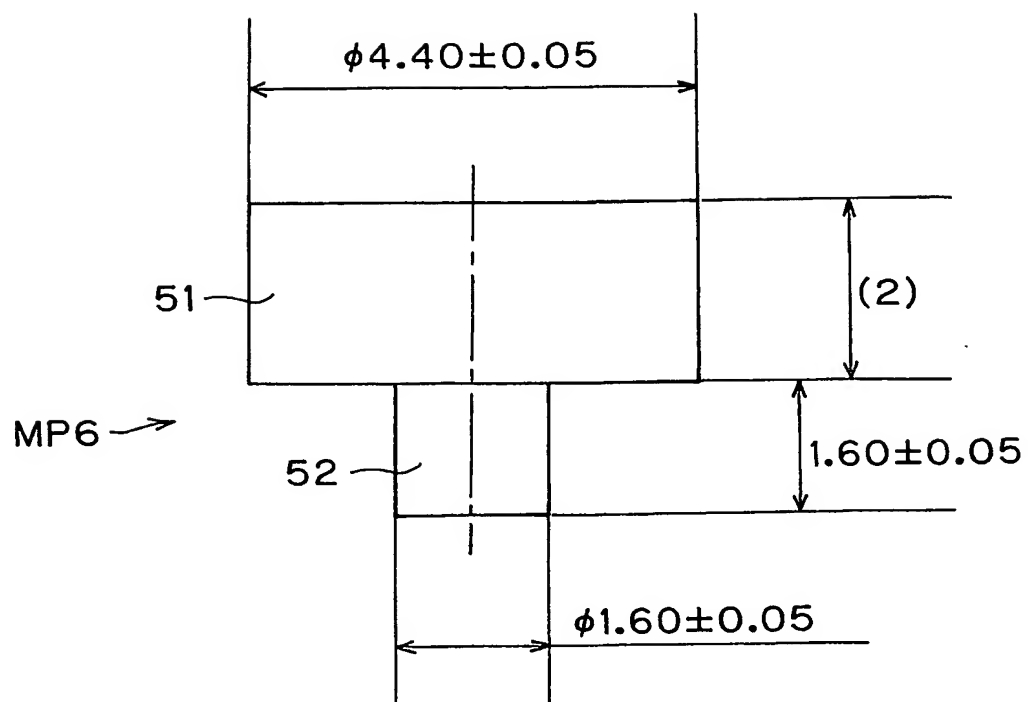


図 1 1 B

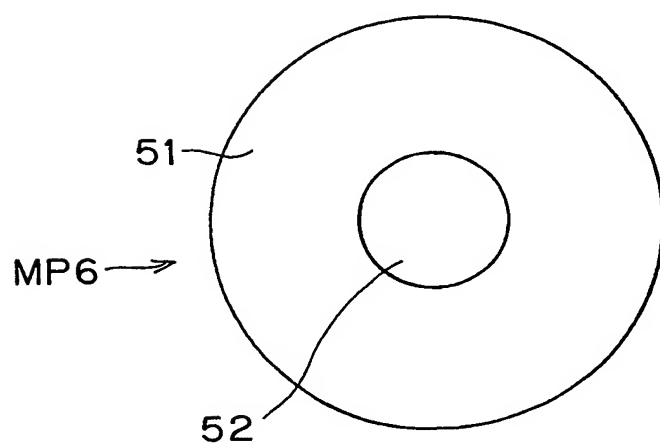


図 1 2 A

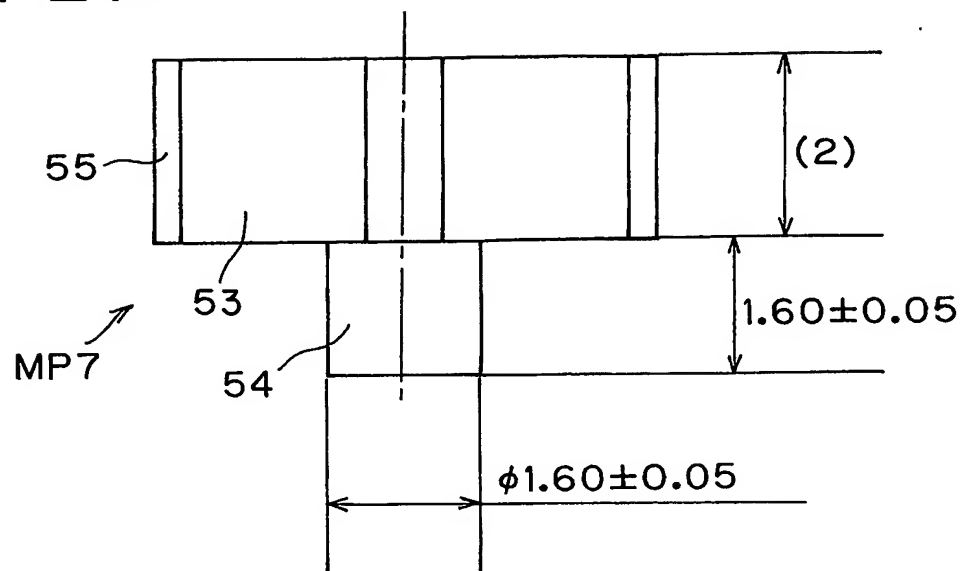
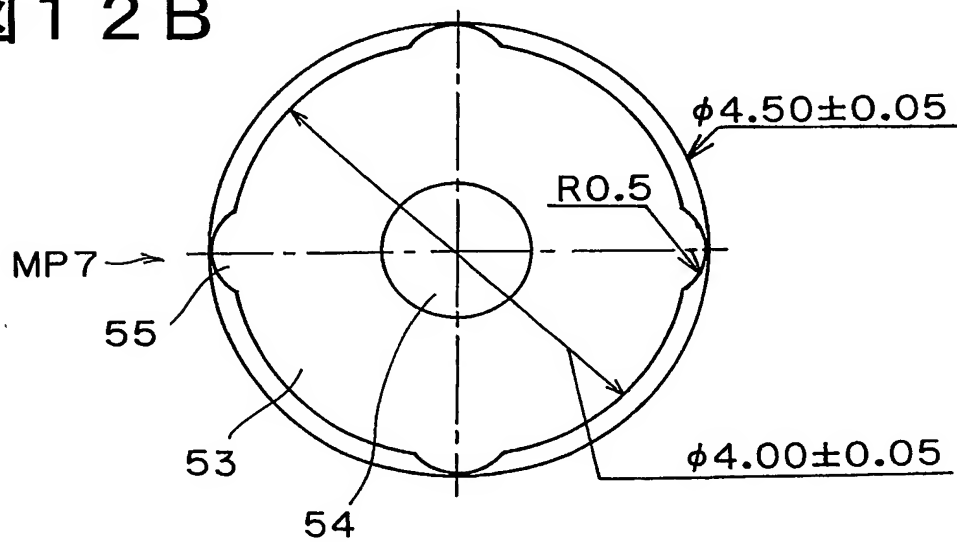


図 1 2 B



12/12

図13A 図13B 図13C

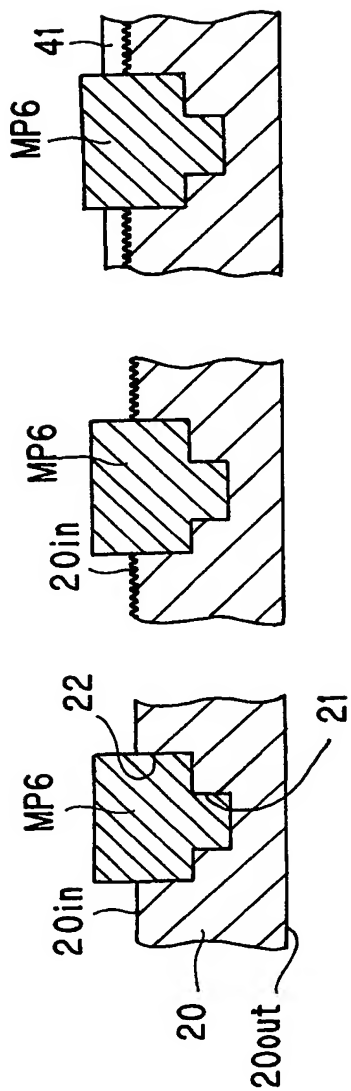
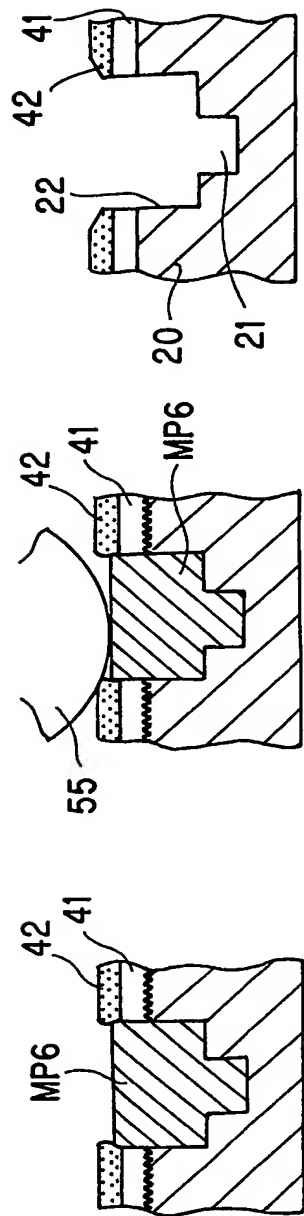


図13D 図13E 図13F



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Publication No.  
PCT/JP03/01078

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> C23C4/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>7</sup> C23C4/02, F02C7/00, F23R3/42

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

|                           |           |                            |           |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho       | 1922-1996 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2003 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2003 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2003 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages   | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| A         | JP 4-236757 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.),<br>25 August, 1992 (25.08.92),<br>Claims; Figs. 1 to 2<br>(Family: none)  | 1-16                  |
| Y         | Microfilm of the specification and drawings annexed<br>to the request of Japanese Utility Model Application<br>No. 91280/1987 (Laid-open No. 201685/1988)<br>(Nagoya Oilchemical Co., Ltd.),<br>26 December, 1988 (26.12.88),<br>Claims; Figs. 3, 13<br>(Family: none) | 1-9, 13,<br>16-17     |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

|   |  |
|---|--|
| * Special categories of cited documents:  | "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  |
| "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  | "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone   |
| "E" earlier document but published on or after the international filing date  | "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art |
| "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) | "&" document member of the same patent family  |
| "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  |  |
| "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed  |  |

Date of the actual completion of the international search  
25 February, 2003 (25.02.03)

Date of mailing of the international search report  
11 March, 2003 (11.03.03)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.  
PCT/JP03/01078

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| A         | JP 2001-349201 A (Institute of Technology Precision Electrical Discharge Work's),<br>21 December, 2001 (21.12.01),<br>Claims 1, 3<br>(Family: none) | 1-16                  |
| A         | WO 94/09079 A (ALLIED-SIGNAL INC.),<br>28 April, 1994 (28.04.94),<br>Claims<br>& JP 8-503496 A & EP 665870 A<br>& US 5322727 A                      | 9-15                  |
| A         | JP 8-257835 A (Taiho Kogyo Co., Ltd.),<br>08 October, 1996 (08.10.96),<br>Claim 1<br>(Family: none)   | 4, 6                  |

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> C 2 3 C 4 / 0 2

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> C 2 3 C 4 / 0 2, F 0 2 C 7 / 0 0, F 2 3 R 3 / 4 2

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2003年

日本国登録実用新案公報 1994-2003年

日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示   | 関連する<br>請求の範囲の番号  |
|-----------------|---|-------------------|
| A               | J P 4-236757 A (三菱重工業株式会社),<br>1992.08.25, 特許請求の範囲, 図1-2 (ファミリーなし)  | 1-16              |
| Y               | 日本国実用新案登録出願62-91280号 (日本国実用新案登録<br>出願公開63-201685号) の願書に添付した明細書及び図面<br>の内容を撮影したマイクロフィルム (名古屋油化株式会社),<br>1988.12.26, 請求の範囲, 第3図, 第13図 (ファミリーなし) | 1-9, 13,<br>16-17 |

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

25.02.03

国際調査報告の発送日

11.03.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

北村 明弘



4R

8019

電話番号 03-3581-1101 内線 3469



## C (続き) . 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示  | 関連する<br>請求の範囲の番号 |
|-----------------|--|------------------|
| A               | J P 2 0 0 1 - 3 4 9 2 0 1 A (株式会社放電精密加工研究所) , 2 0 0 1 . 1 2 . 2 1 , 請求項 1 , 3 (ファミリーなし)  | 1-16             |
| A               | W O 9 4 / 0 9 0 7 9 A (ALLIED-SIGNAL INC) ,<br>1 9 9 4 . 0 4 . 2 8 , 特許請求の範囲<br>& J P 8 - 5 0 3 4 9 6 A & E P 6 6 5 8 7 0 A<br>& U S 5 3 2 2 7 2 7 A | 9-15             |
| A               | J P 8 - 2 5 7 8 3 5 A (大豊工業株式会社) ,<br>1 9 9 6 . 1 0 . 0 8 , 請求項 1 (ファミリーなし)  | 4, 6             |